

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-069400

(43)Date of publication of application : 11.03.1997

(51)Int.Cl.

H05H 1/46
C23C 16/50
C23F 4/00
H01L 21/205
H01L 21/3065

(21)Application number : 08-156141

(71)Applicant : TOKYO ELECTRON LTD

(22)Date of filing : 28.05.1996

(72)Inventor : NAGASEKI KAZUYA
NAGAHATA KAZUNORI

(30)Priority

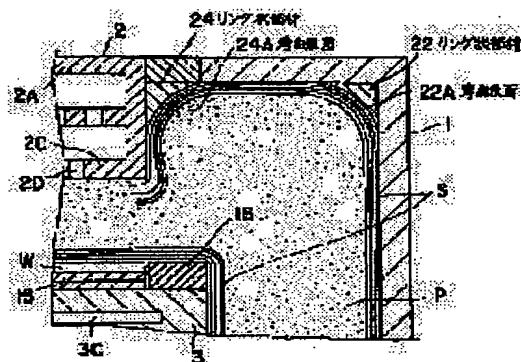
Priority number : 07175510 Priority date : 18.06.1995 Priority country : JP

(54) PLASMA PROCESSING DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To prevent the generation of phenomenon that a part of the processing gas is recombined in the condition that act active species thereof is not reacted so as to generate the fluorocarbon copolymer such as CXFY, CXFY₂ as the non-volatile reaction product and this reaction product is adhered to corner parts, which are respectively formed by the top surface, the bottom surface and side walls inside of a processing chamber, for deposit as a cause of particle.

SOLUTION: In this plasma processing device, the high frequency power is applied to an upper electrode 2 inside a processing chamber 1, and while the low frequency power is applied to a lower electrode 3 so as to generate the plasma in the processing chamber 1. A semiconductor wafer W, which is arranged on the lower electrode 3 inside of the processing chamber 1, is processed with the plasma. Each corner part (curved surfaces 22A, 23A, 24A, 25A) formed by the solid surfaces except for the semi-conductor wafer W inside of the processing chamber 1 and parts except for these corners (the inner peripheral surface, the top surface and the bottom surface of the processing chamber 1) are formed into the surface shape so as to obtain the nearly equal thickness of a sheath S between each surface and the plasma P (the intensity of the electric field is nearly equal at any part of the sheath S).



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 28.05.1996

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

2814370

BEST AVAILABLE COPY

(11)特許出願公開番号

(43)公開日 平成9年(1997)3月11日

(51)Int.Cl. ^a	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 5 H	1/46		H 0 5 H 1/46	M
C 2 3 C	16/50		C 2 3 C 16/50	
C 2 3 F	4/00		C 2 3 F 4/00	A
H 0 1 L	21/205		H 0 1 L 21/205	
	21/3065		21/302	C
審査請求 有 請求項の数 6 F D (全 8 頁)				

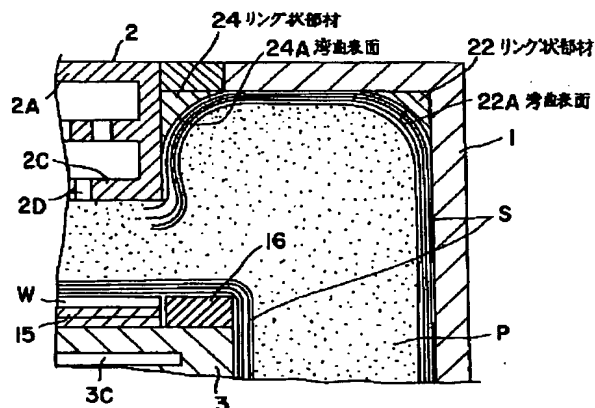
(74) 代理人 弁理士 小原 肇

(54) 【発明の名称】 プラズマ処理装置

(57) 【要約】

【課題】 プロセスガスの一部は活性種が未反応のまま再結合するなどして C_xF_y 、 $C_xF_yO_z$ 等のフロロカーボン系の重合体等が不揮発性の反応生成物として生成し、これらが処理室内の天面及び底面と側壁とで形成される隅角部に付着して堆積し、この堆積物がパーティクルの原因になる。

【解決手段】 本プラズマ処理装置は、処理室１内の上部電極２には高周波電力を印加すると共に下部電極３には低周波電力を印加して処理室１内でプラズマを発生させ、処理室１内の下部電極３上に配置された半導体ウェハＷにプラズマ処理を施す装置で、上記処理室１内で半導体ウェハＷ以外の固体表面により形成される隅角部（湾曲表面２２Ａ、２３Ａ、２４Ａ、２５Ａ）とそれ以外の部分（処理室１の内周面、天面、底面等）は、それぞれの表面とプラズマＰ間のシースＳの厚さがいずれにおいても略均一（シースＳのいずれにおいても電界強度が略均一）になる表面形状として形成されていることを特徴とする。



BEST AVAILABLE COPY

【特許請求の範囲】

【請求項1】 処理室内でプラズマ発生手段によりプラズマを発生させ、その処理室内に配置された被処理体にプラズマ処理を施すプラズマ処理装置において、上記処理室内の被処理体以外の固体表面は、その表面と上記プラズマ間に形成されたシース厚がいずれにおいても略均一になる表面形状として形成されていることを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項2】 処理室内に対向配置された一対の第1、第2電極の少なくとも一方に高周波電力を印加してプラズマを発生させ、上記処理室内の電極に配置された被処理体にプラズマ処理を施すプラズマ処理装置において、上記処理室内で被処理体以外の固体表面により形成される隅角部とそれ以外の部分は、それぞれの表面と上記プラズマ間のシース厚がいずれにおいても略均一になる表面形状として形成されていることを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項3】 上記被処理体が配置された電極の外周と上記処理室内周面との間に上記被処理体側にプラズマを閉じ込めるリング状封止手段が設けられていることを特徴とする請求項2に記載のプラズマ処理装置。

【請求項4】 上記処理室内で固体表面により形成される隅角部の表面が他の部分のシース厚と略等しくなる湾曲表面として形成されていることを特徴とする請求項2または請求項3に記載のプラズマ処理装置。

【請求項5】 上記湾曲表面はシース厚を一定にする曲率半径を有することを特徴とする請求項4に記載のプラズマ処理装置。

【請求項6】 上記曲率半径は2cm以上であることを特徴とする請求項5に記載のプラズマ処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、プラズマ処理装置に関する。

【0002】

【従来の技術】半導体製造工程にはプラズマを用いた処理工程として、例えば成膜工程、エッチング工程、アッシング工程等がある。これらの工程では成膜用あるいは成膜除去用として種々のプロセスガスが用いられている。これらのプロセスガスは、プラズマ発生手段によりプラズマ化してそれぞれの目的に応じて半導体ウエハ表面の化学組成物と反応し、揮発性の反応生成物を排気して所期のプロセスを完結するようにしてある。

【0003】このようなプラズマ処理においては、従来から例えば平行平板式電極等の種々のプラズマ発生手段が用いられている。その中でも平行平板式電極を備えたプラズマ処理装置は、均一性に優れ、大口径の半導体ウエハの処理が可能であるなどの長所を有し、また、装置構成も比較的簡単であることから、数多く採用されている。

【0004】平行平板型のプラズマ処理装置は、一般的に、処理室内で半導体ウエハを保持する下部電極と、この下部電極と隙間を介して上方で平行に対向する上部電極とを備え、例えば上部電極の下部電極との対向面に形成された多数の孔から反応性ガスを供給しながら下部電極に高周波電力を印加してこれら両電極間でプラズマを発生させ、このプラズマにより半導体ウエハのエッチング処理などを行うようにしてある。そして、例えば半導体ウエハの表面に形成されたシリコン酸化膜、シリコン窒化膜などにエッチング処理を施す際には、従来からプロセスガスとして CF_4 、 CHF_3 等のCF系ガスなどが用いられている。例えばCF系ガスによるエッチング処理の場合には、CF系ガスがプラズマ化してイオン、ラジカル等の活性種が生成すると、これらの活性種が所定のパターンで露呈したシリコン酸化膜等の化学組成物と物理化学的に反応して SiF_4 、 CO_2 などの揮発性ガスが生成し、この揮発性ガスは処理室内から外部へ排出、除去される。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来のプラズマ処理装置の場合には、エッチング等のプラズマ処理によりプロセスガスがウエハ表面の化学組成物と完全に化学量論的に反応すればその反応生成物は上述のように処理室外へ排出されるが、プロセスガスの一部は未反応のまま排出され、また一部は活性種が未反応のまま再結合するなどして C_xF_y 、 $\text{C}_x\text{F}_y\text{O}_z$ 等のフロロカーボン系の重合体等が不揮発性の反応生成物として生成する。そして、これらは処理室内面に付着し勝ちであるが、この付着状態についてよくよく観察すると特に処理室の天面及び底面と側壁とで形成される隅角部に多く付着し、堆積していることが多く、この堆積物がパーティクルの原因になるという課題があった。

【0006】本発明は、上記課題を解決するためになされたもので、プラズマ処理時に発生する不揮発性の反応生成物が処理室内の固体表面で形成される隅角部等の特定の部分に集中的に付着、堆積することを防止し、もってパーティクルの発生を抑制できるプラズマ処理装置を提供することを目的としている。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明者らは、処理室内の隅角部に反応生成物が付着、堆積し易い点について鋭意研究を重ねた結果、特に処理室内でプラズマ領域を囲む固体表面のうち、固体表面の隅角部ではプラズマ処理時の反応生成物が滞留し易いことが判った。しかもプラズマはその空間の表面積をできるだけ小さくする傾向を示すにも拘らず、前述した処理室内の隅角部の断面形状が略直角に形成されているため、プラズマ領域端とこの隅角部との間に形成されるシースでは電界強度が他の部分と比較して弱く（等電位線の間隔が広く）、この隅角部では他の部分よりもスパッタリング作用を受け難いた

め、隅角部には他の部分よりも不揮発性の反応生成物が集中的に堆積する傾向にあることを知見した。

【0008】本発明は上記知見に基づいてなされたもので、請求項1に記載のプラズマ処理装置は、処理室内でプラズマ発生手段によりプラズマを発生させ、その処理室内に配置された被処理体にプラズマ処理を施すプラズマ処理装置において、上記処理室内の被処理体以外の固体表面は、その表面と上記プラズマ間に形成されたシース厚がいずれにおいても略均一になる表面形状として形成されていることを特徴とするものである。

【0009】また、本発明の請求項2に記載のプラズマ処理装置は、処理室内に対向配置された一対の第1、第2電極の少なくとも一方に高周波電力を印加してプラズマを発生させ、上記処理室内の電極に配置された被処理体にプラズマ処理を施すプラズマ処理装置において、上記処理室内で被処理体以外の固体表面により形成される隅角部とそれ以外の部分は、それぞれの表面と上記プラズマ間のシース厚がいずれにおいても略均一になる表面形状として形成されていることを特徴とするものである。

【0010】また、本発明の請求項3に記載のプラズマ処理装置は、請求項2に記載の発明において、上記被処理体が配置された電極の外周と上記処理室内周面との間に上記被処理体側にプラズマを閉じ込めるリング状封止手段が設けられていることを特徴とするものである。

【0011】また、本発明の請求項4に記載のプラズマ処理装置は、請求項2または請求項3に記載の発明において、上記処理室内で固体表面により形成される隅角部の表面が他の部分のシース厚と略等しくなる湾曲表面として形成されていることを特徴とするものである。

【0012】また、本発明の請求項5に記載のプラズマ処理装置は、請求項4に記載の発明において、上記湾曲表面はシース厚を一定にする曲率半径を有することを特徴とするものである。

【0013】また、本発明の請求項6に記載のプラズマ処理装置は、請求項5に記載の発明において、上記曲率半径は2cm以上であることを特徴とするものである。

【0014】

【作用】本発明の請求項1に記載の発明によれば、処理室内において真空放電やマイクロ波照射、あるいはこれらを磁場印加手段と併用するなどのプラズマ発生手段によりプラズマを発生させると、このプラズマにより処理室内に配置された被処理体に所定の処理を施すことができる。この際、プラズマは処理室内全体に広がってプラズマ領域を形成し、このプラズマ領域端とプラズマを囲む処理室内の固体表面との間にシースが形成され、この時のシース厚がいずれの固体表面においても略均一になってシース全領域内での電界強度が略均一になり、被処理体以外の固体表面のいずれにおいても略均一なスパッタリング作用を受けるため、不揮発性の反応生成物が固

体表面の特定の部分に集中的に堆積することを防止することができる。

【0015】また、本発明の請求項2に記載の発明によれば、例えば第1、第2電極の少なくとも一方に高周波電力を印加して処理室内の内壁面等の固体表面で囲まれた処理空間でプラズマを発生させると、このプラズマは両電極間の隙間から処理室内全体に広がってプラズマ領域を形成し、このプラズマ領域端とプラズマを囲む処理室内の固体表面との間にシースが形成され、このシース厚がいずれの固体表面、つまり隅角部や平面部等のいずれの表面においても略均一になって隅角部でも他の平面部分等と同様に略均一なスパッタリング作用を受けるため、従来は不揮発性の反応生成物が集中的に堆積しがちであった隅角部にこのような反応生成物が集中的に堆積することを防止することができる。

【0016】また、本発明の請求項3に記載の発明によれば、請求項2に記載の発明において、例えば第1、第2電極のいずれかに被処理体を配置し、たリング状封止手段により被処理体側の空間をそれ以外の空間から封止した後、第1、第2電極の少なくとも一方に高周波電力を印加してプラズマを発生させると、このプラズマは両電極間の隙間からリング状封止手段により封止された被処理体側の空間全体に広がってプラズマ領域を形成し、このプラズマ領域端とプラズマを囲む固体表面との間にシースが形成され、このシース厚がいずれの固体表面、つまり隅角部や平面部等のいずれの表面においても略均一になって隅角部でも他の平面部分と同様に略均一なスパッタリング作用を受けるため、従来は不揮発性の反応生成物が集中的に堆積しがちであった隅角部にこのような反応生成物が集中的に堆積することを防止することができる。

【0017】また、本発明の請求項4に記載の発明によれば、請求項2または請求項3に記載の発明において、上記処理室内で固体表面により形成される隅角部の表面が他の部分のシース厚と略等しくなる湾曲表面として形成されているため、固体表面により形成される隅角部とその他の部分とで略均一なシース厚を作ることができる。

【0018】また、本発明の請求項5及び請求項6に記載の発明によれば、請求項4に記載の発明において、上記湾曲表面はシース厚を一定にする曲率半径例えば2cm以上を有するため、上記固体表面により形成される隅角部の表面全体で略均一なシース厚を作ることができる。

【0019】

【発明の実施の形態】以下、図1～図6に示す実施形態に基づいて本発明を説明する。本実施形態のエッチング処理装置は、被処理体である半導体ウエハWの表面に形成されたシリコン酸化膜をエッチング処理する場合に用いられるもので、図1に示すように、所定の真空度を保

持できる気密構造の処理室1と、この処理室1内に配設された上下一対の電極2、3とを備え、下部電極3上に半導体ウエハWを載置してエッチング処理を行うように構成されている。

【0020】そして、処理室1は、表面がアルマイト処理されたアルミニウムにより略円筒状に形成され、しかも接地されている。処理室1の側壁には排気用ノズル1Aが取り付けられている。この排気用ノズル1Aには真空ポンプ4が排気管5を介して接続され、真空ポンプ4により処理室1内を真空排気して所定の真空度例えば10Paに維持するようにしてある。また、処理室1の側壁には処理室1内に半導体ウエハWを搬入するための搬入口1Bが形成され、この搬入口1Bにはゲートバルブ6を介してロードロック室7が接続されている。そして、ウエハ搬送機構7Aにより半導体ウエハWをロードロック室7から処理室1内へ搬入し、処理室1内から搬出するようにしてある。

【0021】上部電極2は、偏平な中空円盤構造として形成され、処理室1の天面中央に形成された孔に絶縁部材8を介して装着されている。この上部電極2の上面2Aにはプロセスガスを受給する受給配管2Bが接続され、また、下部電極3との対向面2C全面には受給配管2Bから受給されたプロセスガスを処理室1内へ分散供給するガス供給孔2Dが均等に分散して形成されている。更に、上部電極2には例えば高周波電源9がマッチング回路10を介して接続され、この高周波電源9からマッチング回路10を介して上部電極2に例えば27.12MHzの高周波電力を印加するようにしてある。

【0022】下部電極3は、アルミニウムなどにより円柱状に形成され、セラミック等の絶縁部材11を介して処理室1の底面に配設され、その軸心が処理室1の軸心と一致している。この下部電極3には低周波電源12がマッチング回路13を介して接続され、この低周波電源12によりマッチング回路13を介して下部電極3に例えば800KHzの低周波電力を印加し、27.12MHzの高周波電力が印加された上部電極2との間でプロセスガスを介して放電しプラズマPを発生させるようにしてある。そして、このように上部電極2に高周波電力を印加し、下部電極3に低周波電力を印加することにより高密度のプラズマPが発生すると共に、下部電極3の低周波電力によりプラズマP中のイオン種が半導体ウエハWに引き寄せられ、半導体ウエハWのエッチング速度を高めるようにしてある。

【0023】更に、下部電極3内にはリング状の冷媒室3Aが形成され、この冷媒室3Aに冷媒配管3Bを介してパーフルオロポリエーテル等の冷媒14を循環させて下部電極3を冷却するようにしてある。この冷媒室3Aの上側にはリング状のセラミックヒータ3Cが埋設され、このセラミックヒータ3Cからの加熱と冷媒室3Aからの冷却により下部電極3を所定温度に適宜調整し、

もって半導体ウエハWの温度を調できるようにしてある。また、下部電極3の上面には静電チャック15が配設され、この静電チャック15により半導体ウエハWを静電吸着するようにしてある。そして、下部電極3上面の外周縁部にはフォーカスリング16が配設され、このフォーカスリング16により上下の両電極2、3間で発生したプラズマP中の活性種を半導体ウエハWへ集束する。尚、セラミックヒータ3Cには電源3Dが接続され、この電源3Dによりセラミックヒータ3Cによる加熱温度を適宜調整するようにしてある。また、静電チャック15には直流電源15Aが接続され、この直流電源15Aにより静電チャック15に高電圧を印加し、その時のクーロン力により半導体ウエハWを吸着するようにしてある。

【0024】そして、本実施形態では、プロセスガスとして例えばテトラフルオロカーボン(CF₄)ガス及びトリフルオロハイドロカーボン(CHF₃)ガスを所定の配合比で供給するようにしてあり、CF₄ガス及びCHF₃ガスは第1、第2ガス供給源17A、17Bからそれぞれの配管18A、18Bを介して供給され、受給配管2Bにおいて合流し、上部電極2内へ流入するようにしてある。各配管18A、18Bには上流側から下流側へマスフローコントローラ19A、19B及びバルブ20A、20Bが順次配設され、これら両者によってCF₄ガスとCHF₃ガスの配合比を適宜調整し、所定比のプロセスガスの流量は受給配管2Bのバルブ21により適宜調整するようにしてある。

【0025】ところで、本実施形態では、図1、図2に示すように処理室1の天面と側壁で作る隅角部、底面と側壁で作る隅角部、あるいは上部電極2の周面と処理室1の天面で作る隅角部、及び下部電極3の周面と処理室1の底面で作る隅角部には石英等の絶縁性部材により形成されたリング状部材22、23、24、25が取り付けられている。これらのリング状部材22、23、24、25はいずれもプラズマPを囲む表面がプラズマPの外端に即して湾曲形成され、これらの部分で不揮発性のラジカル種が流れ易く、滞留しないようにしてある。

【0026】しかも、これらの湾曲表面22A、23A、24A、25Aは、それらの表面とプラズマPとの間に形成されるシースSの厚さが、図2で誇張して示すように、その他の部分、例えば処理室1の内周面、天面、底面や、下部電極3の表面で形成されるシース厚と略等しくなり、プラズマPを囲む固体表面の全領域でシースSの厚さが略均一になるようにしてある。このことは換言すれば、これらの湾曲表面22A、23A、24A、25AにおけるシースSの等電位線の間隔が、図2に示すように、その他の部分と略同一で、プラズマPを囲む半導体ウエハW以外の固体表面の全領域でシースSにおける電界強度が略均一になるようにしてある。シースSが固体表面の全領域で均一であることは、プラズマ

処理中にプラズマPの空間が明るく、シースSが暗く観測されるために、視覚的に確認することができる。尚、リング状部材22、23、24、25の代わりに、それぞれの隅角部を処理室1や上下の電極2、3と一体的に湾曲形成したものであっても良い。

【0027】ところで、上述のようにリング状部材22、23、24、25は絶縁性部材により形成されているため、これらのリング状部材は浮動電位を持つことになる。そのため、リング状部材22、23、24、25は接地されている処理室1の壁面に比べて数ボルト（3～6ボルト）高い電位になる。しかしながら、各リング状部材22、23、24、25の電位は本実施形態のエッチング処理装置のプロセス条件の下で発生するプラズマ電位（40～50ボルト）と比べて十分に小さいため、シースSにおける電界強度は全て略均一になる。各リング状部材22、23、24、25は、処理室1の壁面と同じ材質例えばアルマイト処理されたアルミニウムで作っても良いが、この場合には処理室1の壁面と上部電極2または下部電極3との絶縁に配慮する必要がある。

【0028】さて、次に処理室の隅角部の湾曲形状について考察する。それにはまず、外部から直角な隅角部を観察できるようにした、実際の処理装置と略等しい放電容器1（便宜上、放電容器には上述した処理室と同一符号を付けた）を用いてその内部でプラズマを発生させ、この放電容器1の隅角部におけるシース（暗部）Sの形状を観察したところ、シースS、換言すればプラズマPの外端は図3に示すように略円弧を描く形状であった。この円弧の曲率半径を r とすると、 r は電力や圧力などの放電条件によって異なるが、実際のプロセスで使用する放電条件下では、 r は1～2cm程度であった。放電容器の隅角部でプラズマPが曲率半径 r を有するのは、定性的には概ね次のように説明することができる。

【0029】即ち一般的に、図4の（a）、（b）に示すようにある空間がプラズマPとして維持されるためには、プラズマP中のある荷電粒子 q が作る電界が、距離 α の範囲に含まれる逆の電荷を持つ荷電粒子が作る電界で打ち消され、その範囲外の空間が電気的に中性となっていなければならない。この条件が成立するための距離 α は、デバイ長 λd の5倍程度である（水野幸雄著：プラズマ物理学、共立出版（株）pp9～12）。そこで、図5に示すように平面部のシースの境界線を m_1 、 m_2 、隅角部のシースの境界が作る円弧の接線を m_0 とする。隅角部で上述の中性条件が満たされるためには接線 m_0 と境界線 m_1 、 m_2 それぞれとの交点で作られる線分 m_0 の長さが 2α より小さくならないと考えられる。従って、プラズマの曲率半径 r は次式で示すように見積ることができる。

$$r = (1 + \sqrt{2}) \alpha \approx 1.2 \lambda d \quad (\text{但し、} \alpha \approx 5 \lambda d)$$

尚、 λd は、上記文献等で示されるデバイ長を求める式

にプラズマパラメータ（プラズマ密度（正イオン密度）： n_i 、電子温度： T_e 、プラズマ電位： V_p ）を代入することにより算出することができる。

【0030】そこで、図3に示す放電容器1によりプラズマPの曲率半径 r を具体的に測定した上記放電条件において、ラングミュアプローブを用いて放電容器1の壁近傍のプラズマパラメータを測定したところ、次の通りであった。

$$10^7 \text{ cm}^{-3} < n_i < 10^8 \text{ cm}^{-3}$$

$$3 \text{ eV} < T_e < 4 \text{ eV}$$

$$40 \text{ V} < V_p < 50 \text{ V}$$

そして、これらの測定値を上記文献の式に代入してデバイ長 λd を算出し、このデバイ長 λd の算出値を上記式に代入してプラズマの曲率半径 r を算出したところ、 r は1～3cmであり、観察値（1～2cm）と略一致した。

【0031】一方、隅角部の影響のない平面部分でのシース厚 d は、例えば上述したプラズマパラメータをチャイルド-ラングミュアの法則を表す式（堤井信力著：プラズマ基礎工学、内田老鶴園pp27～29）に代入することにより算出することができ、この条件下ではシース厚 d は1～3cmと算出することができる。

【0032】従って、放電容器1の隅角部に付着物が付かないようにするためには隅角部の曲率半径 R は、 $R \geq r + d$ として与えられる。このような曲率半径 R を設けることで、隅角部においてもシース厚 d が隅角部の影響のない平面部におけるシース厚と同じになり、隅角部であっても付着物が付かなくなる。本装置においては隅角部の曲率半径 R が $R \geq 2 \sim 3 \text{ cm}$ に設定すれば隅角部に付着物が付かないことが確認された。尚、隅角部に形成される湾曲部の曲率半径は、上述のようにプラズマパラメータに基づいて計算により求めることができ、また、プラズマPを直接観察することによっても求めることができる。

【0033】次に動作について説明する。ゲートバルブ6を開放した後、ロードロック室7内のウエハ搬送機構7Aが駆動し、半導体ウエハWを処理室1内の静電チャック15上へ搬入する。この時、静電チャック15には高電圧が印加されており、そのクーロン力で半導体ウエハWを静電チャック15上に吸着する。ウエハ搬送機構7Aは半導体ウエハWを搬入した後、ゲートバルブ6から後退してロードロック室7内に納まり、ゲートバルブ6を閉じる。

【0034】その後、真空ポンプ4が駆動して処理室1内を真空排気し、所定の真空度に到達したら、第1ガス供給源17Aから CF_4 ガスを、第2ガス供給源17Bから CHF_3 ガスをプロセスガスとして供給する。プロセスガスの流量比（ CF_4/CHF_3 ）はマスフローコントローラ19A、19B、バルブ20A、20B及びバルブ21により例えば（25sccm/75sccm）

に調整する。そして、プロセスガスを供給する間も真空引きし、処理室1内のプロセスガス圧が10Paに設定し、維持する。

【0035】この状態で例えば上部電極2に2000Wの高周波電力を印加すると共に下部電極3に800Wの低周波電力を印加すると、両電極2、3間でプラズマPが発生する。これによりプロセスガスが解離してフッ素ラジカルを生成し、このフッ素ラジカルにより半導体ウエハWのシリコン酸化膜をエッチングする。このプラズマPは両電極2、3間からプラズマPを囲む処理室1内の固体表面の各隅角部、即ちリング状部材の各湾曲表面22A、23A、24A、25Aとそれ以外の部分まで広がり、それぞれの表面との間にシースSを形成する。

【0036】この時、各隅角部は湾曲表面22A、23A、24A、25Aとして形成されているため、これらの隅角部において不揮発性の反応生成物が滞留することがない。また、これらの湾曲表面22A、23A、24A、25Aの湾曲形状は、これらの隅角部とそれ以外の部分におけるシース厚がいずれにおいても略均一になるように形成されているため、シースS全領域での電界強度が略均一になって、これらの隅角部でも他の部分と同様に略均一なスパッタリング作用を受けるため、不揮発性の反応生成物が各隅角部に集中的に堆積することを防止することができる。そのため、このようなエッチング処理を繰り返し行って処理室1の内壁面を観察してみても、処理室1内の隅角部の湾曲表面22A、23A、24A、25Aは処理室1の他の内壁面と同様の状態であり、これらの部分（隅角部の表面）に不揮発性の反応生成物が集中的に付着し、堆積することがなかった。

【0037】以上説明したように本実施形態によれば、処理室1内のプラズマPを囲む半導体ウエハW表面以外の固体表面の隅角部にリング状部材22、23、24、25を取り付けてそれぞれの隅角部にプラズマPの外端形状に即した湾曲表面22A、23A、24A、25Aを設けたため、プラズマ処理時に隅角部の湾曲表面22A、23A、24A、25Aも他の平面部分と同様に略均一なスパッタリング作用を受け、不揮発性反応生成物が湾曲表面22A、23A、24A、25Aに集中してこれらの部分に付着、堆積する虞がなく、ひいては堆積物に起因するパーティクルの発生を抑制することができる。

【0038】図6は本発明の他の実施形態のエッチング処理装置の要部を中心に示す図である。そこで、本実施形態のエッチング処理装置の特徴を説明し、図1に示すエッチング処理装置と同一または相当部分には同一符号を附してその説明を省略する。本実施形態のエッチング処理装置は、図6に示すように、主として下部電極3を昇降可能に構成されている点を除き、図1に示すエッチング処理装置に準じて構成されている（但し、高低周波電源などは省略してある）。

【0039】即ち、本実施形態では、下部電極3の下面中心に昇降機構26がロッド26Aを介して連結され、この昇降機構26により下部電極3を昇降できるようにしてある。つまり、下部電極3は、図6に示すように、昇降機構26により二点鎖線で示す位置と実線で示す位置との間で昇降動するように構成され、半導体ウエハWを処理室1内に搬入する時には二点鎖線で示す位置まで下降し、エッチング処理を施す時には実線で示す位置まで上昇して上部電極2との間で所定の隙間を作るように構成されている。また、下部電極3の下面には円筒状のベローズ27の上端が接続され、ベローズ27の下端には処理室1底面の円筒状突起1Cが接続され、このベローズ27により処理室1内の気密を維持すると共に下部電極3を昇降自在に支持するようにしてある。

【0040】また、下部電極3の周囲にはアルマイト処理されたアルミニウムにより形成されたリング状封止部材28が処理室1の壁に取り付けられ、プラズマ処理時にはリング状封止部材28により半導体ウエハWが存在する空間を下部空間29から区画し、プラズマPを電極2、3側に封止するようにしてある。このリング状封止部材28は下部電極3と処理室1の内周面間の隙間を埋める幅に形成され、その上面の外周縁部にはリング状封止部材28と処理室1内周面との隅角部に湾曲表面28Aを作る突起部が形成されている。また、リング状封止部材28の内周端上面の高さはフォーカスリング15の上面と一致する高さに調整されている。更に、このリング状封止部材28には周方向に複数の孔28Cが形成され、これらの孔28Cからプラズマ処理後のガスを下部空間29及び排気用ノズル1Aを介して排気するようにしてある。尚、リング状封止部材28は石英等の絶縁性部材により形成したものであっても良い。

【0041】従って、本実施形態によれば、昇降機構26により下部電極3を二点鎖線で示す位置から上部電極2へ近づけて実線位置まで持ち上げ、両電極2、3間に所定の隙間を作ると共に、リング状封止部材28により処理室1上部でプラズマ処理空間を形成した後、上部電極2に高周波電力を印加すると共に下部電極3に低周波電力を印加して処理空間においてプラズマPを発生させると、このプラズマPにより処理空間の下部電極3上に配置された半導体ウエハWにエッチング処理を施すことができる。この時、処理空間を囲む固体表面の隅角部、即ち処理室1天面と内周面間の隅角部、上部電極2外周面と天面間の隅角部、リング状封止部材28と処理室1内周面間の隅角部、及びリング状封止部材28とフォーカスリング16外周面間の隅角部にはプラズマPの外端形状に即した湾曲表面22A、24A、28Aがそれぞれ形成されているため、これらの隅角部において不揮発性の反応生成物が滞留することがない。また、これらの隅角部はその他の部分と同程度のスパッタリング作用を受けるため、これらの隅角部に不揮発性の反応生成物が

集中的に堆積することがなく、パーティクルの発生を抑制することができ、上記実施形態と同様の作用効果を奏する。

【0042】尚、本発明は上記各実施形態に何等制限されるものではなく、例えばプラズマ発生手段としては、上下いずれかの電極にのみ高周波電力を印加するもの、マイクロ波を用いるもの、あるいは、これらと磁場印加手段を併用したものであっても本発明を適用することができ、また、エッチング処理以外のCVD処理、アッシング処理等のプラズマを用いた処理装置にも適用することができる。

【0043】

【発明の効果】本発明によれば、処理室内の被処理体以外の固体表面は、その表面と上記プラズマ間に形成されたシース厚（または電界強度分布）がいずれにおいても略均一になる表面形状として形成されているため、プラズマ処理時に発生する不揮発性の反応生成物が処理室内の固体表面で形成される隅角部に集中的に付着し、堆積することを防止し、もってパーティクルの発生を抑制できるプラズマ処理装置を提供することを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のプラズマ処理装置の一実施形態のエッチング処理装置を示す断面図である。

【図2】図1に示すエッチング処理装置の特徴を説明するために、プラズマのシースを誇張して模式的に表現したエッチング処理装置の部分断面図である。

【図3】容器壁面の隅角部が直角に形成された放電容器を用いてプラズマを発生させた時に隅角部近傍で観察されるプラズマ端を示す説明図である。

【図4】(a)及び(b)はプラズマが中性であることを説明するための電荷分布の状態を示す説明図及び電荷分布を示すグラフである。

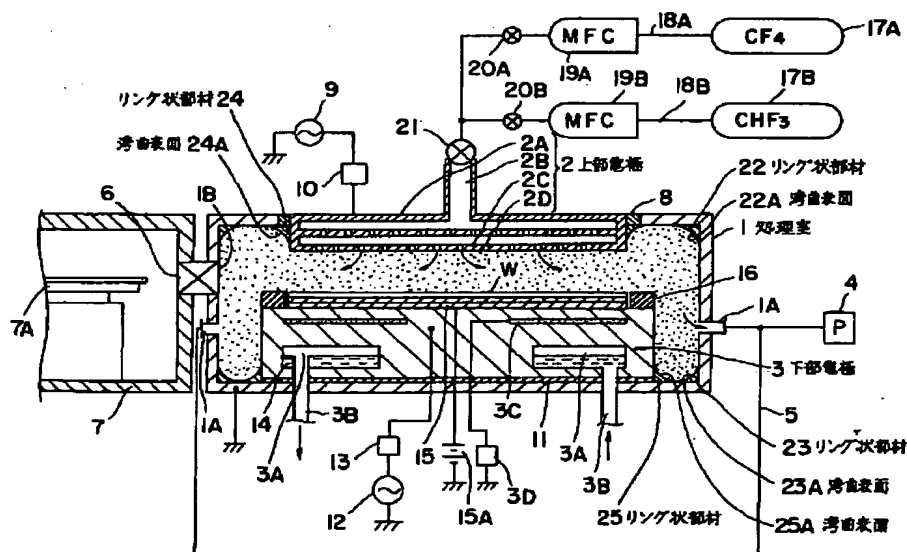
【図5】図3に示す隅角部に湾曲形状を設定する時に隅角部の曲率半径を求める説明図である。

【図6】本発明のプラズマ処理装置の他の実施形態のエッチング処理装置を示す断面図である。

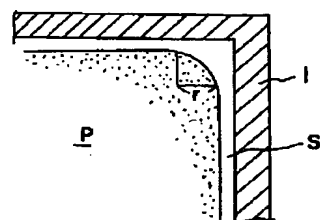
【符号の説明】

- 1 処理室
- 2 上部電極
- 3 下部電極
- 9 高周波電源
- 12 低周波電源
- 22 リング状部材
- 22A 湾曲表面（隅角部表面）
- 23 リング状部材
- 23A 湾曲表面（隅角部表面）
- 24 リング状部材
- 24A 湾曲表面（隅角部表面）
- 25 リング状部材
- 25A 湾曲表面（隅角部表面）
- 28 リング状封止部材（リング状封止手段）
- 28A 湾曲表面（隅角部表面）

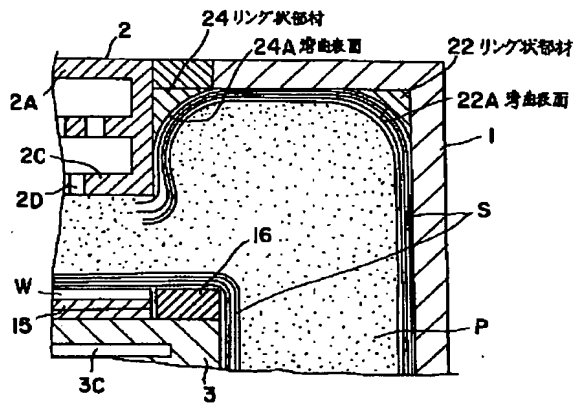
【図1】



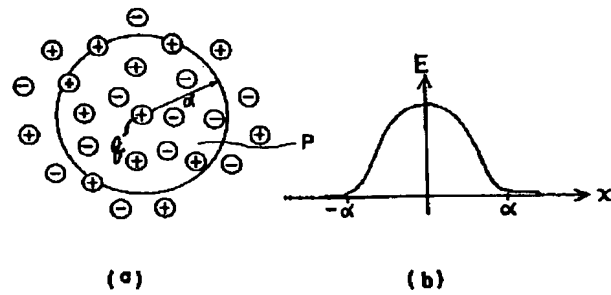
【図3】



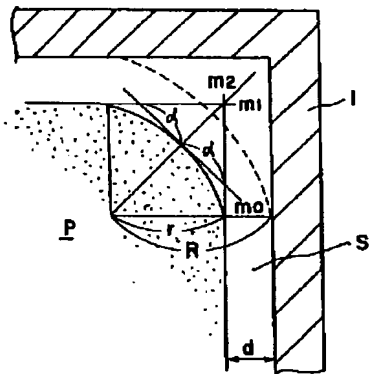
【図2】



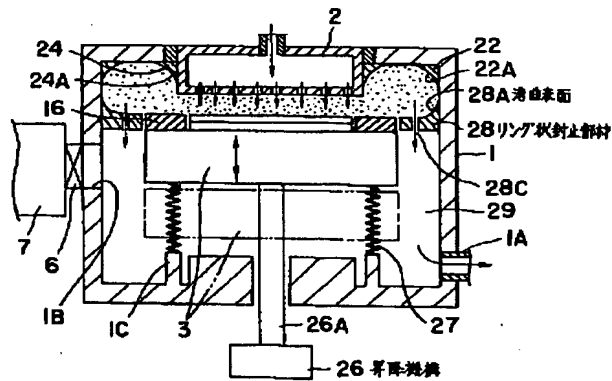
【図4】



【図5】



【図6】



BEST AVAILABLE COPY

BEST AVAILABLE COPY